



# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le ..... **18 DEC. 2003**

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Martine PLANCHE". The signature is enclosed within a stylized oval border.

**Martine PLANCHE**

<b>INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE</b>	<b>SIEGE</b> 26 bis, rue de Saint Petersbourg 75800 PARIS cedex 08 Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04 Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23 <a href="http://www.inpi.fr">www.inpi.fr</a>
---	--

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

1er dépôt

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

  
N° 11354\*03

### REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

#### page 1/2

**BR1**

DB 540 • W / 210502

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES
DATE
LIEU <b>13 FEV 2003</b>
75 INPI PARIS
N° D'ENREGISTREMENT
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI
DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE
PAR L'INPI <b>13 FEV. 2003</b>

**Vos références pour ce dossier**  
( facultatif ) S5800 - FSM/NS

**1** NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

L'AIR LIQUIDE  
Département Propriété Intellectuelle  
75 Quai d'Orsay  
75321 PARIS CEDEX 07

**Confirmation d'un dépôt par télécopie** N° attribué par l'INPI à la télécopie**2 NATURE DE LA DEMANDE****Cochez l'une des 4 cases suivantes**Demande de brevet Demande de certificat d'utilité Demande divisionnaire 

Demande de brevet initiale

ou demande de certificat d'utilité initiale

Transformation d'une demande de  
brevet européen Demande de brevet initialeDate Date Date **3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)**

Procédé et installation de production sous forme gazeuse et sous haute pression d'au moins un fluide choisi parmi l'oxygène, l'argon et l'azote par distillation cryogénique de l'air.

**4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ  
OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE  
LA DATE DE DÉPÔT D'UNE  
DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE**

Pays ou organisation

Date 

N°

Pays ou organisation

Date 

N°

Pays ou organisation

Date 

N°

 S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé « Suite »**5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)** Personne morale  Personne physique

Nom  
ou dénomination sociale L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme à Directoire et Conseil de Surveillance  
pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude

Prénoms

Forme juridique Société Anonyme

N° SIREN 51520962811

Code APE-NAF 241A

Domicile Rue 75 Quai d'Orsay

ou siège Code postal et ville 75321 PARIS CEDEX 07

Pays FRANCE

Nationalité Française

N° de téléphone ( facultatif ) 01 40 62 56 91 N° de télécopie ( facultatif ) 01 40 62 56 95

Adresse électronique ( facultatif ) fiona.mercey@airliquide.com

 S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé « Suite »Remplir impérativement la 2<sup>me</sup> page

**BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**

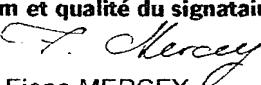
page 2/2

**BR2**

REMISE DES PIÈCES	
DATE	
LIEU	
13 FEV 2003	
N° D'ENREGISTREMENT 75 INPI PARIS	
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

Réservé à l'INPI

DB 540 W / 210502

<b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b>	
0301722	
Nom MERCEY	
Prénom Fiona	
Cabinet ou Société L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme à Directoire et Conseil de Surveillance pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude	
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel PG 10568	
Adresse	Rue 75 Quai d'Orsay
	Code postal et ville 7513211 PARIS CEDEX 07
	Pays FRANCE
N° de téléphone (facultatif) 01 40 62 51 27	
N° de télécopie (facultatif) 01 40 62 56 95	
Adresse électronique (facultatif) fiona.mercey@airliquide.com	
<b>7 INVENTEUR (S)</b>	
Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques	
<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>	
Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Établissement immédiat ou établissement différé	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	
Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt	
<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>	
Uniquement pour les personnes physiques	
<input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG <input type="text"/>	
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>	
<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	
Le support électronique de données est joint	
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes	
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b>	
 Fiona MERCEY	
<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>	
	

La présente invention est relative à un procédé de production sous forme gazeuse et sous haute pression d'au moins un fluide choisi parmi l'oxygène, l'argon et l'azote, dans lequel on distille de l'air, on amène ledit fluide à l'état liquide à la haute pression, on le vaporise et on le réchauffe sous cette 5 haute pression dans la ligne d'échange thermique de l'installation.

Dans le présent mémoire, on entend par « haute pression » une pression supérieure à environ 10 bars pour l'oxygène, l'argon et l'azote, et par « soufflante » un compresseur ayant un seul étage de compression. De plus, les pressions dont il est question sont des pressions absolues.

10 Dans le cas où l'on produirait de l'oxygène, ces procédés, dits « à pompe », présentent l'avantage de supprimer le compresseur d'oxygène, qui est une machine coûteuse, posant de sérieux problèmes de fiabilité et ayant des coûts de maintenance élevés.

15 EP-A-0504029 décrit un procédé dans lequel tout l'air est comprimé à une pression élevée dans une soufflante, une partie de l'air à pression élevée est détendue dans une turbine Claude (à savoir, une turbine Claude qui débouche dans la colonne moyenne pression) et le reste de l'air échange de la chaleur avec de l'oxygène liquide en cours de vaporisation dans la ligne d'échange.

20 Dans ce genre d'appareil, il est souhaitable d'avoir un moyen d'éviter que l'entrée de la turbine devienne trop froide, par exemple en cas de changement de marche.

FR-A-2688052 décrit un procédé dans lequel :

- à une température intermédiaire voisine de la température de vaporisation dudit fluide, ou de sa température de pseudo-vaporisation si la haute pression est supercritique, on sort de la ligne d'échange thermique de l'air en cours de refroidissement dans cette dernière ;
- on comprime cet air dans une soufflante ;
- on le réintroduit dans la ligne d'échange thermique et on effectue au moins une détente d'un gaz de cycle dans une turbine.

EP-A-0644388 décrit un procédé dans lequel une partie de l'air est comprimée à la moyenne pression et envoyée dans la colonne moyenne pression d'une double colonne alors que le reste de l'air est surpressé à température ambiante. Une partie de l'air surpressé est comprimée ensuite dans un surpresseur froid.

Pendant le démarrage des appareils selon EP-A-0644388 et FR-A-2688052, l'air sorti de la ligne d'échange thermique se trouve à l'entrée de la soufflante à la température ambiante du fait qu'il y a très peu de gaz froids qui se réchauffent dans la ligne d'échange. Suite à la compression, il se retrouve à une température qui peut aller jusqu'à 120°C, comparé à la température d'environ -120°C quand l'appareil est en fonctionnement stable. Ceci peut endommager la ligne d'échange qui n'est pas conçue pour supporter des températures aussi élevées.

Un but de l'invention est de permettre un démarrage rapide de l'appareil sans risque de dommage à la ligne d'échange.

Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de production sous forme gazeuse et sous haute pression d'au moins un fluide choisi parmi l'oxygène, l'argon et l'azote dans un appareil de séparation d'air, dans lequel on comprime tout l'air destiné à la distillation dans un compresseur, on épure l'air comprimé, on surpresse au moins une première partie de l'air jusqu'à une pression élevée, on envoie l'air comprimé et épuré dans une ligne d'échange thermique de l'installation où il se refroidit, on sépare l'air comprimé, épuré et refroidi dans un système de colonnes de l'installation comprenant au moins une colonne de distillation, on soutire un fluide à l'état liquide d'une colonne du système de colonnes, on amène ledit fluide à l'état liquide à la haute pression, on le vaporise par échange de chaleur avec de l'air et on réchauffe le liquide vaporisé sous cette haute pression dans la ligne d'échange thermique de l'installation, on détend au moins une partie de l'air surpressé dans une turbine de détente de la pression élevée à une deuxième pression, l'air détendu étant ensuite envoyé à une colonne du système de colonnes, en fonctionnement normal, l'air surpressé étant refroidi jusqu'à la température d'entrée de la turbine dans la ligne d'échange en amont de la turbine de détente, caractérisé

en ce que pendant le début de la mise en fonctionnement de l'appareil de séparation d'air et/ou afin de réguler la température d'entrée de la turbine, au moins une partie de l'air surpressé à la pression élevée est envoyée en amont de la turbine de détente sans passer par la ligne d'échange.

5 Le mot « oxygène » couvre les fluides contenant au moins 60 % mol. d'oxygène, de préférence au moins 80 % mol. d'oxygène, le mot « argon » couvre les fluides contenant au moins 90 % mol. d'argon, de préférence au moins 95 % mol. d'argon, et le mot « azote » couvre les fluides contenant au moins 80 % mol. d'azote, de préférence au moins 90 % mol. d'azote.

10 Suivant d'autres caractéristiques facultatives :

- à une température intermédiaire de la ligne d'échange, on sort de la ligne d'échange thermique au moins une partie de l'air en cours de refroidissement dans cette dernière ;
- on amène ledit fluide à l'état liquide à la haute pression entre 5 et 50 bars, de préférence entre 10 et 50 bars ;
- on surpresse l'air à la température intermédiaire dans une soufflante froide jusqu'à la pression élevée ;
- on réintroduit l'air surpressé dans la ligne d'échange thermique ;
- on envoie une première partie de l'air surpressé à une colonne du système de colonnes et on envoie une deuxième partie de l'air surpressé à une turbine de détente, l'air détendu étant ensuite envoyé à une colonne du système de colonnes ;
- pendant le début de la mise en fonctionnement de l'installation et/ou quand la température à l'entrée de la turbine tombe en dessous d'un seuil prédéterminé et/ou pendant un changement de marche, au moins une partie de l'air sorti de la ligne d'échange et surpressée dans la soufflante froide est envoyée en amont de la turbine de détente sans passer par la ligne d'échange ;
- on sort tout l'air entrant en cours de refroidissement, on le surpresse dans la soufflante froide et on le réintroduit dans la ligne d'échange ;

30

- pendant le début de la mise en fonctionnement de l'installation, tout l'air sorti de la ligne d'échange et surpressé dans la soufflante froide est envoyé en amont de la turbine de détente sans passer par la ligne d'échange ;
- quand la température de l'air surpressé dans la soufflante froide est réduite 5 à une température prédéterminée ou après un temps prédéterminé, on n'envoie plus d'air surpressé en amont de la turbine de détente sans passer par la ligne d'échange ;
- la température d'entrée de la soufflante froide est inférieure à la température d'entrée de la turbine de détente ;
- 10 - au moins une partie de l'air est comprimée jusqu'à la pression élevée, l'air à la pression élevée est envoyé au bout chaud de la ligne d'échange, une partie de l'air est sortie de la ligne d'échange à une température intermédiaire et détendue dans la turbine et le reste de l'air poursuit son refroidissement dans la ligne d'échange et dans lequel, pendant le début 15 de la mise en fonctionnement de l'installation et/ou si la température à l'entrée de la turbine tombe en dessous d'un seuil prédéterminé et/ou en cas de changement de marche, de l'air est envoyé directement du surpresseur à l'entrée de la turbine sans avoir été refroidi dans la ligne d'échange ;
- 20 - tout l'air est comprimé dans le compresseur et le surpresseur jusqu'à la pression élevée ;
- seule une partie de l'air est surpressée dans une surpresseur jusqu'à la pression élevée.

Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un procédé de production 25 sous forme gazeuse et sous haute pression d'au moins un fluide choisi parmi l'oxygène, l'argon et l'azote, dans lequel, en fonctionnement stable, on comprime de l'air dans un compresseur, on épure l'air comprimé et on l'envoie dans une ligne d'échange thermique de l'installation où il se refroidit, on sépare l'air comprimé, épuré et refroidi dans un système de colonnes de l'installation 30 comprenant au moins une colonne de distillation, on soutire un fluide à l'état liquide d'une colonne du système de colonnes, on amène ledit fluide à l'état

liquide à la haute pression, on le vaporise par échange de chaleur avec de l'air et on réchauffe le liquide vaporisé sous cette haute pression dans la ligne d'échange thermique de l'installation :

- à une température intermédiaire de la ligne d'échange, on sort de la ligne d'échange thermique un débit d'azote comprimé en cours de refroidissement dans cette dernière ;
- on surpresse l'azote à la température intermédiaire dans une soufflante froide jusqu'à la première pression ;
- on réintroduit l'azote surpressé dans la ligne d'échange thermique ;
- on envoie une première partie de l'azote surpressé à une colonne du système de colonnes et on envoie une deuxième partie de l'azote surpressé à une turbine de détente, l'azote détendu étant ensuite envoyé à une colonne du système de colonnes ;

caractérisé en ce que, pendant le début de la mise en fonctionnement de l'installation et/ou quand la température à l'entrée de la turbine tombe en dessous d'un seuil prédéterminé et/ou pendant un changement de marche, au moins une partie de l'azote sortie de la ligne d'échange et surpressée dans la soufflante froide est envoyée en amont de la turbine de détente sans passer par la ligne d'échange.

Selon un autre objet de l'invention, il est prévu une installation de production sous forme gazeuse et sous haute pression d'au moins un fluide choisi parmi l'oxygène, l'argon et l'azote, du type comprenant un système de colonnes de distillation d'air, un surpresseur pour surpresser au moins une partie de l'air d'alimentation ou d'un gaz de cycle jusqu'à une pression élevée, une ligne d'échange thermique mettant en relation d'échange thermique l'air entrant et des fluides soutirés du système de colonnes, dont ledit (lesdits) fluide(s) sous forme liquide soutiré(s) de l'appareil de distillation et comprimé par une pompe, et une turbine dont l'entrée est reliée à la sortie du surpresseur par des moyens qui traversent la ligne d'échange thermique et caractérisée en ce que l'entrée de la turbine est également reliée à la sortie du surpresseur par des moyens qui ne traversent pas la ligne d'échange thermique.

Selon d'autres aspects facultatifs, l'installation comprend :

- une soufflante froide, des moyens pour alimenter cette soufflante froide avec de l'air ou un gaz de cycle en cours de refroidissement prélevé à un niveau de température intermédiaire dans la ligne d'échange thermique,
- 5       des moyens pour réintroduire l'air surpressé ou le gaz de cycle surpressé dans des passages de la ligne d'échange thermique reliés à la turbine l'entrée de la turbine étant également reliée à la sortie de la soufflante froide par des moyens qui ne traversent pas la ligne d'échange thermique ;
- des moyens pour envoyer tout l'air destiné à être distillé à la soufflante froide ;
- 10      des moyens de détection de la température de l'air ou du gaz de cycle entrant dans la turbine ou sortant de la soufflante froide en amont de la ligne d'échange thermique ;
- des moyens pour ouvrir et fermer les conduites reliant l'entrée de la turbine avec la sortie de la soufflante froide en passant par les passages de la ligne d'échange et sans passer par les passages de la ligne d'échange ;
- 15      l'entrée de la turbine est reliée à la sortie de la soufflante froide par des moyens qui ne traversent pas la ligne d'échange thermique et qui ne comprennent pas de moyen de refroidissement ;
- des moyens pour comprimer tout ou une partie de l'air destiné à la distillation à la pression élevée en amont de la ligne d'échange (6), des moyens pour envoyer l'air à la pression élevée depuis le surpresseur jusqu'au bout chaud de la ligne d'échange.
- 20

Dans le cas où l'on utiliserait un surpresseur chaud, de préférence l'entrée de la turbine et la sortie du surpresseur sont reliées à travers des moyens de refroidissement.

L'air envoyé au surpresseur peut être constitué par au moins une partie de l'air entrant en cours de refroidissement.

Optionnellement :

- ledit gaz de cycle est constitué par de l'azote réintroduit dans la ligne d'échange thermique, qui est sorti de cette dernière à une température intermédiaire inférieure à la température d'entrée de la turbine ;
- on produit en outre de l'oxygène, de l'argon ou de l'azote sous une pression intermédiaire par pompage et vaporisation-réchauffement dans la ligne d'échange thermique, la pression intermédiaire permettant d'assurer la vaporisation par condensation d'un gaz circulant dans cette ligne d'échange thermique.

Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un procédé de production sous forme gazeuse et sous haute pression d'au moins un fluide choisi parmi l'oxygène, l'argon et l'azote, dans lequel, en fonctionnement stable, on comprime de l'air dans un compresseur, on épure l'air comprimé et on l'envoie dans une ligne d'échange thermique de l'installation où il se refroidit, on sépare l'air comprimé, épuré et refroidi dans un système de colonnes de l'installation comprenant au moins une colonne de distillation, on soutire un fluide à l'état liquide d'une colonne du système de colonnes, on amène ledit fluide à l'état liquide à la haute pression, on le vaporise par échange de chaleur avec de l'air et on réchauffe le liquide vaporisé sous cette haute pression dans la ligne d'échange thermique de l'installation :

- à une température intermédiaire, on sort de la ligne d'échange thermique au moins une partie de l'air en cours de refroidissement dans cette dernière ;
  - on surpresse l'air à la température intermédiaire dans un surpresseur froid ;
  - on réintroduit l'air surpressé dans la ligne d'échange thermique ;
  - on envoie une première partie de l'air surpressé à une colonne du système de colonnes et on envoie une deuxième partie de l'air surpressé à une turbine de détente, l'air détendu étant ensuite envoyé à une colonne du système de colonnes ;
- caractérisé en ce que tout l'air destiné à la distillation est surpressé dans la surpresseur froid.

De préférence, la température d'entrée de la turbine est plus chaude que la température d'entrée du surpresseur froide.

Des exemples de mise en œuvre de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés, sur lesquels les Figures 1, 2 et 3 5 représentent schématiquement des installations de production d'oxygène gazeux sous pression conformes à l'invention.

L'installation de distillation d'air représentée à la Figure 1 comprend essentiellement un compresseur d'air 1, un appareil d'épuration d'air 2, un ensemble turbine-surpresseur 3, comprenant une turbine de détente 4 et un 10 surpresseur 5 dont les arbres sont couplés, un échangeur de chaleur 6 constituant la ligne d'échange thermique de l'installation et dont la partie froide sert le rôle de sousrefroidisseur ; une double colonne de distillation 7 comprenant une colonne moyenne pression 8 et une colonne basse pression 9, avec un vaporiseur-condenseur 10 mettant en relation d'échange de chaleur le 15 gaz de tête de la colonne moyenne pression et le liquide de cuve de la colonne basse pression ; un réservoir d'oxygène liquide 11 dont le fond est relié à une pompe 12 ; et un réservoir d'azote liquide 13 dont le fond est relié à une pompe 14.

Cette installation est destinée à fournir, via une conduite 15, de 20 l'oxygène gazeux sous une haute pression, qui peut être entre 5 et 50 bars abs, de préférence entre 10 et 50 bars abs.

Pour cela, de l'oxygène liquide soutiré de la cuve de la colonne 9, via une conduite 16, et stocké dans le réservoir 11, est amené à la haute pression par la pompe 12 à l'état liquide, puis vaporisé et réchauffé sous cette haute 25 pression dans des passages 17 de l'échangeur 6.

La totalité de l'air à distiller est comprimé par le compresseur 1 à une pression supérieure à la pression de la colonne moyenne pression 8 mais inférieure à la pression élevée. Puis l'air prérefroidi en 18 et refroidi au voisinage de la température ambiante en 19 est épuré dans l'une des bouteilles 30 d'adsorption et surpressé en totalité à la pression élevée par le surpresseur 5, lequel est entraîné par la turbine 4.

Tout l'air surpressé est refroidi par un refroidisseur à eau 47 et en fonctionnement normal envoyé à travers la vanne V2, qui est ouverte, au bout chaud de l'échangeur 6, la vanne V1 restant fermée. L'air se refroidit dans l'échangeur 6 et une partie de l'air à une température intermédiaire est 5 détendue dans la turbine 4 avant d'être envoyée à la colonne moyenne pression 8. Le reste de l'air se refroidit dans l'échangeur 6 jusqu'au bout froid et est envoyé à la colonne basse pression et/ou à la colonne moyenne pression.

Si la température d'entrée ou de sortie de la turbine 4 devient trop basse suite au démarrage ou à un changement de marche, l'ouverture de la vanne V1 10 est déclenchée, et au moins une partie de l'air surpressé et refroidi passe directement à l'entrée de la turbine 4 sans passer par l'échangeur 6. Ceci évite d'endommager la turbine.

Une fois la température de la turbine rétablie, la vanne V1 se ferme de nouveau et tout l'air passe au bout chaud de l'échangeur.

15 L'installation représentée à la Figure 2 est destinée à produire de l'oxygène gazeux sous une pression élevée, par exemple entre 10 et 50 bars, particulièrement de l'ordre de 40 bars. Elle comprend essentiellement une double colonne de distillation 7 constituée d'une colonne moyenne pression 8, fonctionnant sous environ 6 bars, et d'une colonne basse pression 9, 20 fonctionnant sous une pression légèrement supérieure à 1 bar, une ligne d'échange thermique 6, auquel est intégré un sous-refroidisseur au bout froid, une pompe à oxygène liquide 12, une soufflante froide 5A et une turbine 4 dont la roue est montée sur le même arbre que celle de la soufflante froide et d'un frein d'huile 49.

25 On reconnaît sur le dessin les conduites classiques de la double colonne, à savoir : une conduite 23 de « liquide riche » (air enrichi en oxygène) recueilli en cuve de la colonne 8 qui remonte en un point intermédiaire de la colonne 9, après sous-refroidissement en 6 et détente à la basse pression dans une vanne de détente ; une conduite 24 de « liquide pauvre » (azote à peu près pur) soutiré en tête de la colonne 8 qui remonte en tête de la colonne 9, après sous-refroidissement en 6 et détente à la basse pression dans une vanne de détente, et une conduite 26 de production d'azote impur, constituant le gaz 30

résiduaire de l'installation, cette conduite traversant le sous-refroidisseur en 6 puis se raccordant à des passages 28 de réchauffement d'azote de la ligne d'échange 6. L'azote impur ainsi réchauffé jusqu'à la température ambiante est évacué de l'installation via une conduite 29.

5 La pompe 12 aspire l'oxygène liquide sous environ 2 bars provenant de la cuve de la colonne 9, le porte à une pression supérieure à la pression de production désirée, par exemple 40 bars, et l'introduit dans des passages 17 de vaporisation-réchauffement d'oxygène de la ligne d'échange.

10 L'air à distiller, comprimé, refroidi et épuré de manière classique, arrive à environ 16,5 bars via une conduite et pénètre dans des passages 30 de refroidissement d'air de la ligne d'échange 6.

15 En fonctionnement stable, à une température intermédiaire T1, inférieure à la température ambiante et proche de la température TV de vaporisation de l'oxygène (ou de pseudo-vaporisation si la pression de production de l'oxygène est super-critique), une partie de cet air est sortie de la ligne d'échange via une conduite 37 et amenée à l'aspiration de la soufflante froide 5A. Celle-ci porte cet air à 26 bars et, via une conduite 39, l'air ainsi surpressé est renvoyé dans la ligne d'échange 6, à une température T2 supérieure à T1, et poursuit son refroidissement dans des passages d'air surpressé de cette dernière. Une partie de l'air véhiculé par les passages est de nouveau sortie de la ligne d'échange à une deuxième température intermédiaire T3 supérieure à T1 via la conduite 41, et détendue à la moyenne pression (6 bars) dans la turbine 4. L'air qui s'échappe de cette turbine sous forme diphasique peut être envoyé dans un séparateur de phase ou est directement envoyé en cuve de colonne 8.

20 25 L'air véhiculé par la conduite 43 et non dévié par la conduite 41 poursuit son refroidissement dans de la ligne d'échange et en sort en amont du sousrefroidisseur. Il est ensuite détendu à la moyenne pression dans une vanne de détente 27 et envoyé aux colonnes de distillation, en particulier en cuve de la colonne 8. La soufflante 5A qui assure la surpression est entraînée par la turbine 4, de sorte qu'aucune énergie extérieure n'est nécessaire. La quantité de froid produite par cette turbine peut être légèrement supérieure à la chaleur de compression, et l'excédent contribue au maintien en froid de

l'installation. Un solde ou la totalité des frigories peut être fourni par détente d'air ou d'azote à la moyenne pression dans une autre turbine (non-illustrée).

En variante encore, la ou chaque soufflante froide peut comprimer un autre gaz que l'air circulant dans la ligne d'échange thermique, notamment de l'azote de cycle préalablement réchauffé jusqu'à la température ambiante, comprimé et en cours de refroidissement.

Ici l'installation produit de l'oxygène liquide dans le stockage 11.

L'installation comprend une vanne V1 sur une conduite 45 reliant la sortie de la soufflante 5A et la conduite 41 amenant l'air vers l'entrée de la turbine 4 et une vanne V2 sur la conduite 39 reliant la sortie de la soufflante 5A et l'entrée de l'échangeur de la conduite 39.

En début de mise en fonctionnement de l'installation, l'air à distiller arrive à environ 16,5 bars et pénètre dans des passages 30 de refroidissement d'air de la ligne d'échange.

L'air (ou éventuellement une partie de l'air) est sorti de la ligne d'échange via une conduite 37 à une température qui peut atteindre 90°C et amenée à l'aspiration de la soufflante froide 5A. Celle-ci surpresse cet air entre 20 et 26 bars et une température pouvant aller jusqu'à 120°C, la vanne V1 étant ouverte et la vanne V2 fermée, l'air comprimé est envoyé par les conduites 45, 41 directement à l'entrée de la turbine 4 sans se refroidir dans la ligne d'échange 6. L'air détendu est ensuite envoyé en cuve de la colonne moyenne pression 8. Alternativement ou additionnellement, en début de fonctionnement des moyens de mesure de température détectent si la température d'entrée de la turbine 4 et/ou de la sortie de la soufflante de l'air provenant de la soufflante 5A passe en dessous d'un seuil prédéterminé et si la température est suffisamment basse, la vanne V2 s'ouvre et la vanne V1 se ferme de sorte que l'air surpressé en 5A est envoyé à la conduite 39, ensuite à de la ligne d'échange 6, avant d'être divisé en deux et envoyé en partie à la turbine 4 et en partie à la cuve de la colonne moyenne pression 8. Cette disposition des vannes correspond au fonctionnement stable.

Alternativement, la fermeture de la vanne V1 et l'ouverture de la vanne V2 peuvent être déclenchées un certain temps après la mise en fonctionnement du compresseur principal.

5 Les vannes V1, V2 peuvent également avoir le même fonctionnement que dans la Figure 1, c'est-à-dire que si la température d'entrée de la turbine et/ou de sortie de la soufflante devient trop basse, un envoi d'air chaud vers la turbine peut être initié en ouvrant la vanne V1 pour que l'air passe directement de la soufflante vers la turbine à travers la conduite 45.

10 La régulation du niveau de cuve (LIC) de la colonne moyenne pression 8 ou la colonne basse pression 9 peut être faite en agissant sur la vitesse de la turbine 4 via un SIC (indicateur et régulateur de vitesse). La vitesse de rotation peut également être fixée pour que l'installation fonctionne en excédent de puissance frigorifique. L'excédent de froid est éliminé par n'importe quelle ligne liquide (azote, oxygène ou argon) de la boîte froide, par exemple en ouvrant la 15 vanne V3. La ligne liquide doit avoir une vanne automatique dont l'ouverture et la fermeture sont liées à des seuils de niveau de cuve de la colonne basse pression 9.

20 De la manière décrite en US-A-5475980, la turbine Claude 4, et éventuellement la soufflante froide 5A, peu(ven)t être couplée(s) à un dispositif d'adsorption d'énergie autre qu'un frein d'huile 49, tel qu'un alternateur ou un générateur.

25 Les exemples des Figures 1 et 2 décrivent la vaporisation d'oxygène dans la ligne d'échange mais l'invention s'applique également au cas dans lesquels de l'azote liquide ou de l'argon liquide se vaporisent dans la ligne d'échange à la place de ou avec l'oxygène liquide.

L'invention s'applique également au cas dans lequel seule une partie de l'air est surpressé comme on le voit dans les Figures 6, 8, 10 et 11 de EP504029 et dans EP-A-0644388 et FR-A-2688052.

30 Dans la Figure 3, un cycle d'azote moyenne pression fournit les frigories requises pour la séparation.

Les remontées de liquide 23, 24 et les productions 15, 29 de la colonne basse pression 9 sont identiques à celles précédemment décrites.

De l'air comprimé à la moyenne pression est épuré et ensuite se refroidit dans la ligne d'échange 6 avant d'être envoyé à la colonne moyenne pression 8.

5 De l'azote moyenne pression est soutiré en tête de la colonne moyenne pression 8, réchauffé dans la ligne d'échange 6 jusqu'au bout chaud et ensuite comprimé dans un compresseur 54. Tout ou une partie de l'azote comprimé est refroidi par un refroidisseur 47 et rentre dans la ligne d'échange.

10 L'azote renvoyé à la ligne d'échange sort de celle-ci à une température intermédiaire pour être surpressé dans un surpresseur 5B couplé au même arbre qu'une turbine 5B.

En fonctionnement normal, une vanne V2 est ouverte sur une conduite 39 qui ramène l'azote surpressé dans la ligne d'échange pour y être refroidi et la vanne V1 sur une conduite 45 est fermée.

15 Au moment du démarrage et/ou pendant des changements de marche et/ou afin de réguler la température d'entrée de la turbine, la vanne V1 s'ouvre et la vanne V2 se ferme de sorte que l'azote comprimé dans le surpresseur 5B arrive à l'entrée de la turbine 4B sans avoir été refroidi dans la ligne d'échange. Il est également possible de régler les vannes de sorte qu'une partie de l'azote surpressé arrive à l'entrée de la turbine après refroidissement dans la ligne 20 d'échange alors que le reste de l'azote surpressé arrive à l'entrée de la turbine 4B sans refroidissement.

25 Le système de colonnes peut comprendre une simple colonne, une double colonne ou une triple colonne avec ou sans une colonne de mixture d'argon, une colonne de mélange ou tout autre type de colonne de séparation d'un gaz de l'air.

REVENDICATIONS

1. Procédé de production sous forme gazeuse et sous haute pression d'au moins un fluide choisi parmi l'oxygène, l'argon et l'azote dans un appareil de séparation d'air, dans lequel on comprime tout l'air destiné à la distillation dans un compresseur (1), on épure l'air comprimé, on surpresse au moins une première partie de l'air jusqu'à une pression élevée, on envoie l'air comprimé et épuré dans une ligne d'échange thermique (6) de l'appareil où il se refroidit, on sépare l'air comprimé, épuré et refroidi dans un système de colonnes (8, 9) de l'appareil comprenant au moins une colonne de distillation, on soutire un fluide (16) à l'état liquide d'une colonne du système de colonnes, on amène ledit fluide à l'état liquide à la haute pression, on le vaporise par échange de chaleur avec de l'air et on réchauffe le liquide vaporisé sous cette haute pression dans la ligne d'échange thermique de l'installation, on détend au moins une partie de l'air surpressé dans une turbine de détente (4, 4B) depuis la pression élevée à une deuxième pression, l'air détendu (22) étant ensuite envoyé à une colonne du système de colonnes, en fonctionnement normal l'air surpressé étant refroidi jusqu'à la température d'entrée de la turbine dans la ligne d'échange en amont de la turbine de détente,

caractérisé en ce que, pendant le début de la mise en fonctionnement de l'appareil de séparation d'air et/ou afin de réguler la température d'entrée de la turbine et/ou pendant un changement de marche, au moins une partie de l'air surpressé à la pression élevée est envoyée en amont de la turbine de détente sans passer par la ligne d'échange.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel :

- à une température intermédiaire de la ligne d'échange (6), on sort de la ligne d'échange thermique au moins une partie de l'air en cours de refroidissement dans cette dernière ;
- on surpresse l'air à la température intermédiaire dans une soufflante froide (5A) jusqu'à la pression élevée ;
- on réintroduit l'air surpressé dans la ligne d'échange thermique ;

- on envoie une première partie (43) de l'air surpressé à une colonne (8, 9) du système de colonnes et on envoie une deuxième partie (41) de l'air surpressé à la turbine de détente (4), l'air détendu étant ensuite envoyé à une colonne du système de colonnes ;
- 5      - pendant le début de la mise en fonctionnement de l'installation et/ou pendant un changement de marche et/ou quand la température à l'entrée de la turbine tombe en dessous d'un seuil prédéterminé, au moins une partie de l'air sorti de la ligne d'échange et surpressé dans la soufflante froide est envoyée en amont de la turbine de détente sans passer par la
- 10     ligne d'échange.

3.      Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce que l'on sort tout l'air entrant en cours de refroidissement, on le surpresse dans la soufflante froide (5A) et on le réintroduit dans la ligne d'échange (6).

4.      Procédé suivant la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que pendant le début de la mise en fonctionnement de l'installation, tout l'air sorti de la ligne d'échange (6) et surpressé dans la soufflante froide (5A) est envoyé en amont de la turbine de détente (4) sans passer par la ligne d'échange.

5.      Procédé suivant la revendication 2, 3 ou 4, dans lequel quand la température de l'air surpressé dans la soufflante froide (5A) est réduite à une température prédéterminée ou après un temps prédéterminé, on n'envoie plus d'air surpressé en amont de la turbine de détente (4) sans passer par la ligne d'échange.

6.      Procédé selon l'une des revendications 2 à 5 dans lequel la température d'entrée de la soufflante froide (5A) est inférieure à la température d'entrée de la turbine de détente (4).

7.      Procédé selon la revendication 1 dans lequel au moins une partie de l'air est comprimée jusqu'à la pression élevée, l'air à la pression élevée est envoyé au bout chaud de la ligne d'échange (6), une partie de l'air est sorti de la ligne d'échange à une température intermédiaire et détendue dans la turbine (4) et le reste de l'air poursuit son refroidissement dans la ligne d'échange (6) et dans lequel pendant le début de la mise en fonctionnement de l'installation et/ou si la température à l'entrée de la turbine tombe en dessous d'un seuil

prédéterminé, au moins une partie de l'air surpressé est envoyé directement d'un surpresseur (5) qui sert à surpresser au moins une partie de l'air jusqu'à la pression élevée jusqu'à l'entrée de la turbine (4) sans avoir été refroidi dans la ligne d'échange.

5        8. Procédé selon la revendication 7 dans lequel tout l'air est comprimé dans le compresseur (1) et le surpresseur (5) jusqu'à la pression élevée ou seule une partie de l'air est surpressée dans un surpresseur (5) jusqu'à la pression élevée.

10      9. Procédé de production sous forme gazeuse et sous haute pression d'au moins un fluide choisi parmi l'oxygène, l'argon et l'azote, dans lequel, en fonctionnement stable, on comprime de l'air dans un compresseur (1), on épure l'air comprimé et on l'envoie dans une ligne d'échange thermique (6) de l'installation où il se refroidit, on sépare l'air comprimé, épuré et refroidi dans un système de colonnes (8, 9) de l'installation comprenant au moins une colonne de distillation, on soutire un fluide (16) à l'état liquide d'une colonne du système de colonnes, on amène ledit fluide à l'état liquide à la haute pression, on le vaporise par échange de chaleur avec de l'air et on réchauffe le liquide vaporisé sous cette haute pression dans la ligne d'échange thermique (6) de l'installation :

20      - à une température intermédiaire de la ligne d'échange, on sort de la ligne d'échange thermique un débit d'azote comprimé en cours de refroidissement dans cette dernière ;

- on surpresse l'azote à la température intermédiaire dans une soufflante froide (5B) jusqu'à la première pression ;

25      - on réintroduit l'azote surpressé dans la ligne d'échange thermique ;

- on envoie tout ou une partie de l'azote surpressé à une turbine de détente (4B), l'azote détendu étant ensuite envoyé à une colonne du système de colonnes,

30      caractérisé en ce que, pendant le début de la mise en fonctionnement de l'installation et/ou quand la température à l'entrée de la turbine tombe en dessous d'un seuil prédéterminé et/ou pendant un changement de marche, au

moins une partie de l'azote sortie de la ligne d'échange et surpressée dans la soufflante froide (5B) est envoyée en amont de la turbine de détente (4B) sans passer par la ligne d'échange.

10. Installation de production sous forme gazeuse et sous haute  
5 pression d'au moins un fluide choisi parmi l'oxygène, l'argon et l'azote, du type  
comportant un système de colonnes de distillation d'air (8, 9), un surpresseur  
(5, 5A, 5B) pour surpresso au moins une partie de l'air d'alimentation ou d'un  
gaz de cycle jusqu'à une pression élevée, une ligne d'échange thermique (6)  
mettant en relation d'échange thermique l'air entrant et des fluides soutirés du  
10 système de colonnes, dont ledit (lesdits) fluide(s) sous forme liquide soutiré(s)  
de l'appareil de distillation et comprimé par une pompe, et une turbine (4, 4B)  
dont l'entrée est reliée à la sortie du surpresseur par des moyens qui traversent  
la ligne d'échange thermique et caractérisée en ce que l'entrée de la turbine est  
également reliée à la sortie du surpresseur (5, 5A, 5B) par des moyens (45)  
15 qui ne traversent pas la ligne d'échange thermique.

11. Installation selon la revendication 10 comprenant une soufflante froide (5A, 5B), des moyens pour alimenter cette soufflante froide avec de l'air ou un gaz de cycle en cours de refroidissement prélevé à un niveau de température intermédiaire dans la ligne d'échange thermique (6), des moyens  
20 pour réintroduire l'air surpresso ou le gaz de cycle surpresso dans des passages de la ligne d'échange thermique reliés à la turbine (4, 4B), l'entrée de la turbine étant également reliée à la sortie de la soufflante froide par des moyens (45) qui ne traversent pas la ligne d'échange thermique.

12. Installation suivant la revendication 11, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens (37) pour envoyer tout l'air destiné à être distillé à la soufflante froide.  
25

13. Installation suivant la revendication 11 ou 12 caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens de détection de la température de l'air ou du gaz de cycle sortant de la soufflante froide en amont de la ligne d'échange thermique.  
30

14. Installation suivant la revendication 11, 12 ou 13 comprenant des moyens (V1, V2) pour ouvrir et fermer les conduites reliant l'entrée de la turbine

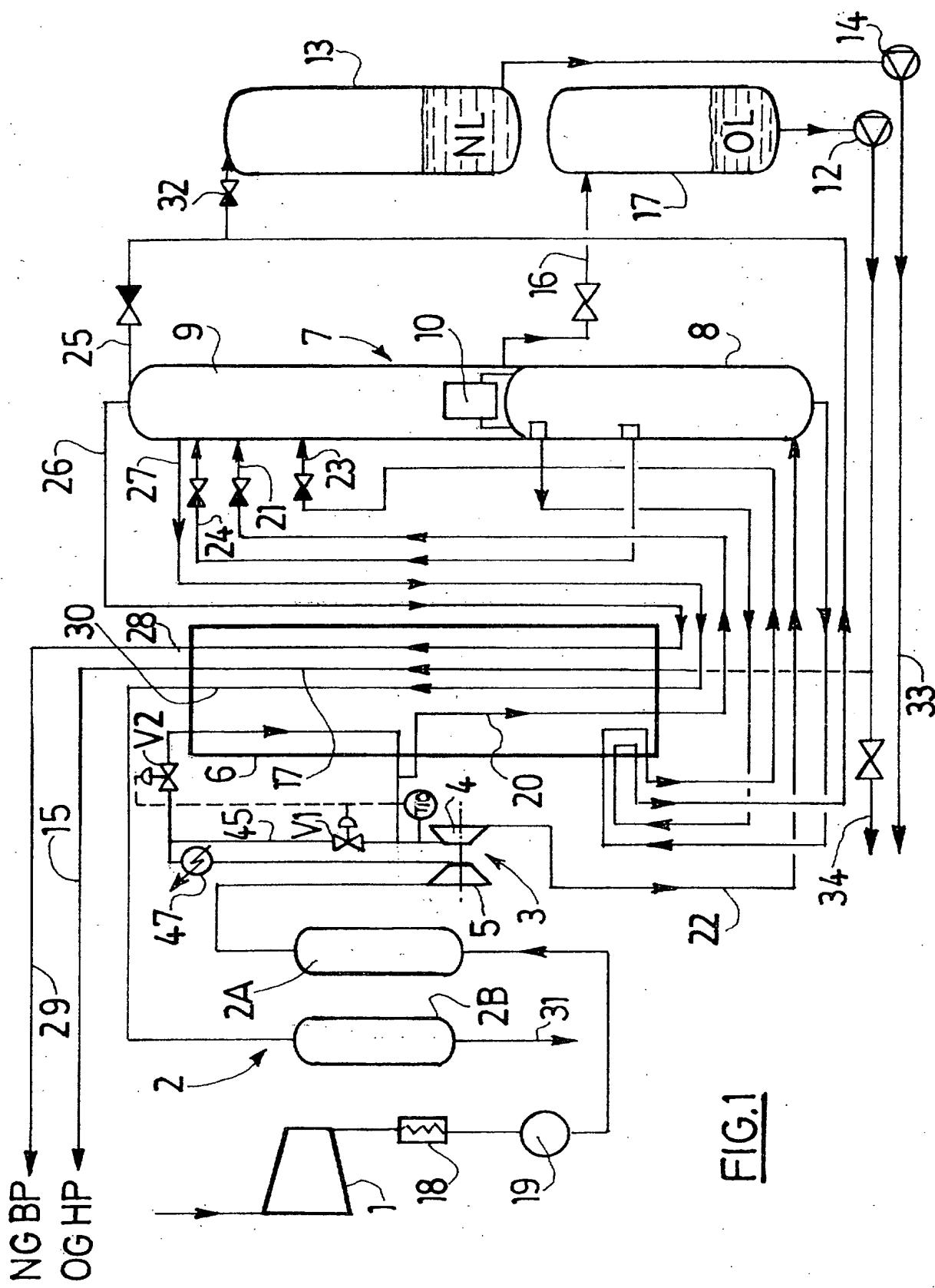
(4, 4B) avec la sortie de la soufflante froide (5A, 5B) en passant par les passages de la ligne d'échange et sans passer par les passages de la ligne d'échange.

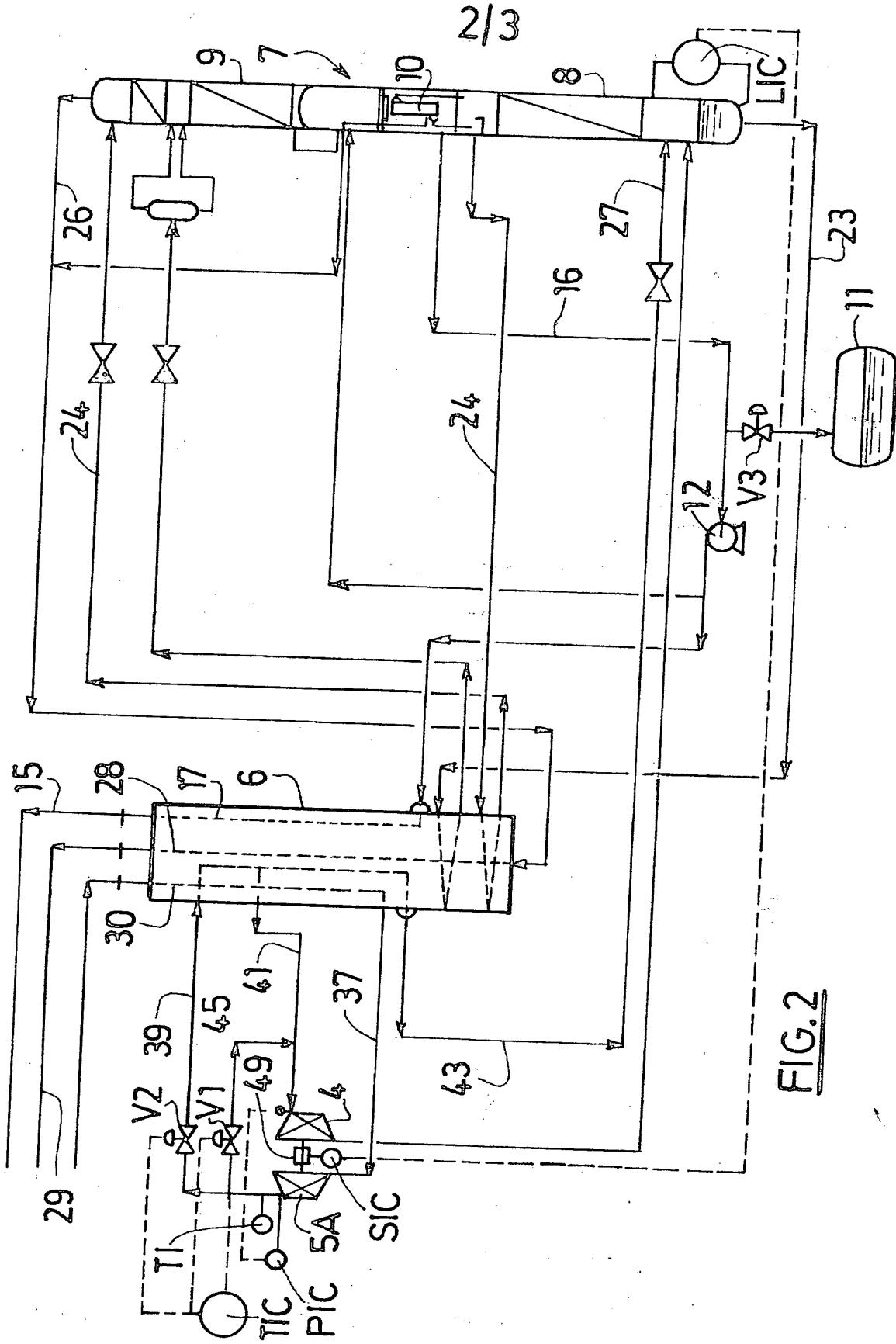
5        15. Installation selon l'une des revendications 11 à 14 caractérisée en ce l'entrée de la turbine étant reliée à la sortie de la soufflante froide par des moyens (45) qui ne traversent pas la ligne d'échange thermique et qui ne comprennent pas de moyen de refroidissement.

10      16. Installation selon la revendication 10 comprenant des moyens (1, 5) pour comprimer tout ou une partie de l'air destiné à la distillation à la pression élevée en amont de la ligne d'échange (6) et des moyens pour envoyer l'air à la pression élevée depuis le surpresseur (5) jusqu'au bout chaud de la ligne d'échange.

15      17. Installation selon la revendication 16 dans laquelle l'entrée de la turbine et la sortie du surpresseur sont reliées à travers des moyens de refroidissement (47).

113





3/3

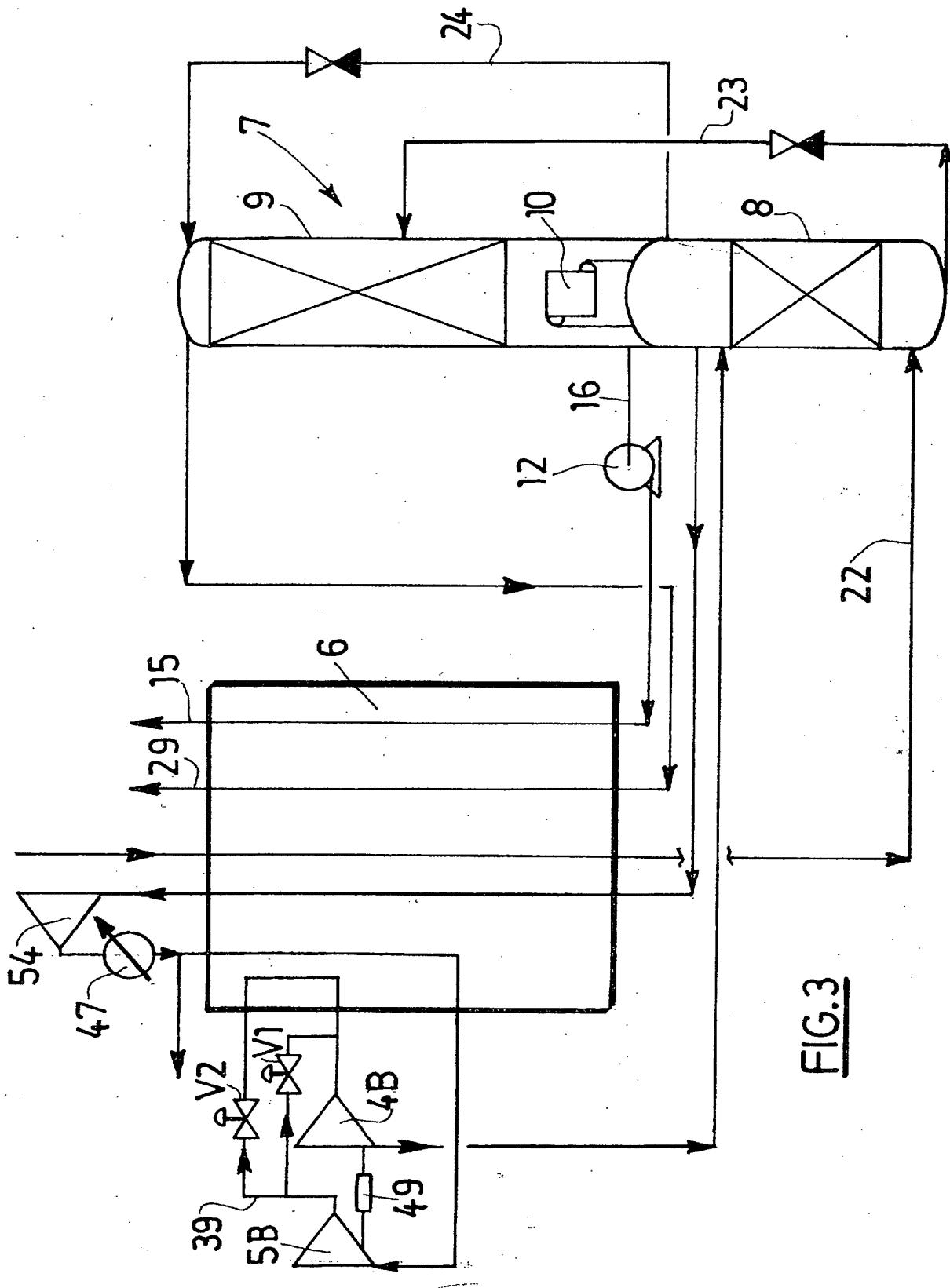


FIG. 3



INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

reçue le 18/02/03

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11 235\*02

### DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° J... / 2..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W /260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		S.5800 FSM/NS	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL			
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) Procédé et installation de production sous forme gazeuse et sous haute pression d'au moins un fluide choisi parmi l'oxygène, l'argon et l'azote par distillation cryogénique de l'air.			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE 75 quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		JAOUANI	
Prénoms		Lasad	
Adresse	Rue	21 rue du Chemin Vert	
	Code postal et ville	93000	BOBIGNY
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		HA	
Prénoms		Bao	
Adresse	Rue	208 Dandelion Lane	
	Code postal et ville	SAN RAMON, CA 94583, USA	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		BALOG	
Prénoms		Ovidiu	
Adresse	Rue	3 avenue Victor Hugo	
	Code postal et ville	13200	ARLES
Société d'appartenance (facultatif)			
<b>DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b> 13 février 2003  Fiona MERCEY			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
 Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

### DÉPARTEMENT DES BREVETS

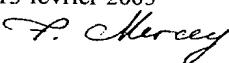
26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 2 . / 2 ..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W /260899

Vos références pour ce dossier <i>( facultatif )</i>	S.5800 FSM/NS		
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL			
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) Procédé et installation de production sous forme gazeuse et sous haute pression d'au moins un fluide choisi parmi l'oxygène, l'argon et l'azote par distillation cryogénique de l'air.			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE 75 quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		GRENIER	
Prénoms		Maurice	
Adresse	Rue	3 rue Camille Tahan	
	Code postal et ville	75018	PARIS
Société d'appartenance <i>( facultatif )</i>			
Nom		PONTONE	
Prénoms		Xavier	
Adresse	Rue	9 rue de l'Ermitage	
	Code postal et ville	94100	SAINT MAUR DES FOSSES
Société d'appartenance <i>( facultatif )</i>			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance <i>( facultatif )</i>			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> <b>(Nom et qualité du signataire)</b> 13 février 2003			
Fiona MERCEY			

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**